

(11)特許出願公開番号

特開平9-297228

(43)公開日 平成9年(1997)11月18日

### 技術表示箇所

F

審査請求 未請求 請求項の数2 O.L (全 8 頁)

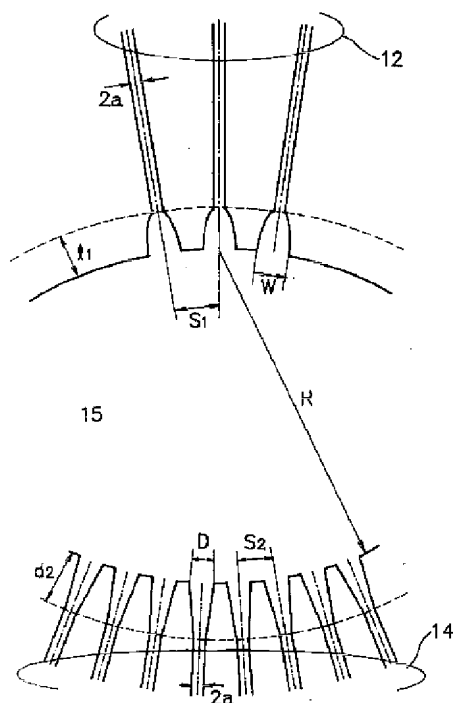
(74)代理人 弁理士 吉田 精孝

(54) 【発明の名称】 アレイ導波路格子

(57) 【要約】

【課題】 フラットな光周波数特性を有するアレイ導波路格子を提供すること。

【解決手段】 基板上に配置された入力用チャネル導波路と、出力用チャネル導波路と、チャネル導波路アレイと、第1の扇型スラブ導波路と、第2の扇型スラブ導波路とを備えたアレイ導波路格子において、第1の扇型スラブ導波路15との境界近傍における入力用チャネル導波路12の各導波路のコアをパラボラ形状となしたことにより、第2の扇型スラブ導波路と出力用チャネル導波路との境界においてフラットな電界分布をもつ光分布を形成し、これによって光源の波長（光周波数）が変化しても分波出力特性はほぼ一定となるフラットな光周波数特性を実現する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に配置された入力用チャネル導波路と、出力用チャネル導波路と、チャネル導波路アレイと、前記入力用チャネル導波路及びチャネル導波路アレイを接続する第1の扇型スラブ導波路と、前記チャネル導波路アレイ及び出力用チャネル導波路を接続する第2の扇型スラブ導波路とを備え、前記チャネル導波路アレイの長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたアレイ導波路格子において、第1の扇型スラブ導波路との境界近傍における入力用チャネル導波路の各導波路のコアがパラボラ形状をなしていることを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項2】 パラボラ形状が、

$$y = (1/A)(a^2 - x^2)$$

(但し、Aはパラボラ形状を指定するパラメータ、aはコア幅の1/2)

なる式で決められることを特徴とする請求項1記載のアレイ導波路格子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フラットな光周波数特性を有する光合分波器を実現し得るアレイ導波路格子に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図1は従来のアレイ導波路格子の一例、ここではアレイ導波路型光合分波器を示すもので、基板1上に、入力用チャネル導波路2、出力用チャネル導波路3、チャネル導波路アレイ4、前記入力用チャネル導波路2とチャネル導波路アレイ4とを接続する第1の扇型スラブ導波路5、並びに前記チャネル導波路アレイ4と出力用チャネル導波路3とを接続する第2の扇型スラブ導波路6が形成されてなっている。

【0003】この種のアレイ導波路型光合分波器において、前記チャネル導波路アレイ4はその長さが所定の導波路長差 $\Delta L$ で順次長くなるように構成されている。また、第1の扇型スラブ導波路5との境界近傍における入力用チャネル導波路2及びチャネル導波路アレイ4の各導波路のコアは、図2に示すように直線状に広がるテーパ形状をなしており、また、第2の扇型スラブ導波路6との境界近傍における出力用チャネル導波路3及びチャネル導波路アレイ4の各導波路のコアは、図3に示すように直線状に広がるテーパ形状をなしていた。

【0004】なお、図2及び図3において、Rは第1、第2の扇型スラブ導波路5、6の曲率半径、Uは入力用、出力用チャネル導波路2、3のテーパ形状の導波路のコア開口幅、 $S_1$ は入力用、出力用チャネル導波路2、3の間隔、 $d_1$ は入力用、出力用チャネル導波路2、3のテーパ形状の導波路の長さ、Dはチャネル導波路アレイ4のテーパ形状の導波路のコア開口幅、 $2a$ はチャネル導波路部分のコア幅、 $S_2$ はチャネル導波路ア

レイ4の間隔、 $d_2$ はチャネル導波路アレイ4のテーパ形状の導波路の長さである。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】図4は前述した従来のアレイ導波路格子の光周波数特性を示すもので、各導波路の中心光周波数（ここでは200GHz間隔）の近傍で放物線状の損失特性をなしている。このため、レーザ光源の波長（光周波数）が温度変化等により各信号チャネル（導波路）の中心光周波数から変動すると、損失が大幅に増加してしまうという問題があった。

【0006】本発明の目的は、フラットな光周波数特性を有するアレイ導波路格子を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明では、前記課題を解決するため、基板上に配置された入力用チャネル導波路と、出力用チャネル導波路と、チャネル導波路アレイと、前記入力用チャネル導波路及びチャネル導波路アレイを接続する第1の扇型スラブ導波路と、前記チャネル導波路アレイ及び出力用チャネル導波路を接続する第2の扇型スラブ導波路とを備え、前記チャネル導波路アレイの長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたアレイ導波路格子において、第1の扇型スラブ導波路との境界近傍における入力用チャネル導波路の各導波路のコアがパラボラ形状をなしているアレイ導波路格子を提案する。

【0008】本発明によれば、第1の扇型スラブ導波路との境界近傍における入力用チャネル導波路の各導波路のコアをパラボラ形状としたことにより、第2の扇型スラブ導波路と出力用チャネル導波路との境界においてフラットな電界分布をもつ光分布を形成することができ、これによって光源の波長（光周波数）が変化しても分波出力特性はほぼ一定となるフラットな光周波数特性を備えたアレイ導波路格子を提供でき、大容量・長距離光通信及び波長分割ルーティング等に適した光合分波器を実現することができる。

## 【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。

【0010】図5は本発明のアレイ導波路格子の実施の形態の一例、ここではアレイ導波路型光合分波器を示すもので、基板11上に、入力用チャネル導波路12、出力用チャネル導波路13、チャネル導波路アレイ14、前記入力用チャネル導波路12とチャネル導波路アレイ14とを接続する第1の扇型スラブ導波路15、並びに前記チャネル導波路アレイ14と出力用チャネル導波路13とを接続する第2の扇型スラブ導波路16が形成されてなっている。

【0011】チャネル導波路アレイ14はその長さが所定の導波路長差 $\Delta L$ で順次長くなるように構成されている。また、第1の扇型スラブ導波路15との境界近傍に

おける入力用チャネル導波路12の各導波路のコアは、図6に示すようにパラボラ形状をなしている。また、第1の扇型スラブ導波路15との境界近傍におけるチャネル導波路アレイ14の各導波路のコアは、直線状に広がるテーパ形状をなしている。

【0012】なお、図6において、Rは第1の扇型スラブ導波路15の曲率半径、Wは入力用チャネル導波路12のパラボラ形状の導波路のコア開口幅、 $S_1$ は入力用チャネル導波路12の間隔、 $l_1$ は入力用チャネル導波路12のパラボラ形状の導波路の長さ、Dはチャネル導波路アレイ14のテーパ形状の導波路のコア開口幅、 $2a$ はチャネル導波路部分のコア幅、 $S_2$ はチャネル導波路アレイ14の間隔、 $d_2$ はチャネル導波路アレイ14のテーパ形状の導波路の長さである。

【0013】前記第1の扇型スラブ導波路15との境界近傍における入力用チャネル導波路12の各導波路のコアのパラボラ形状は、図7に示すように  

$$y = (1/A)(a^2 - x^2)$$
 なる式で決められる（但し、Aはパラボラ形状を指定するパラメータ、 $a$ はコア幅の $1/2$ である。）。

【0014】ここで、図5において、入力用チャネル導波路12の一つのポートに光周波数 $f$ （波長 $\lambda = c/f$ ；但し、 $c$ は光速）の信号光が入射した場合を考える。

【0015】入射された光は、図6に示すパラボラ形状の領域を通過する際に平行ビーム状の光分布をなし、第1の扇型スラブ導波路15との境界において図8に示すような空間的にフラットな電界分布を生じる。コア幅 $2a = 7\mu\text{m}$ 、コア厚 $2t = 7\mu\text{m}$ 、屈折率差 $\Delta = 0.75\%$ の光導波路の場合、図8に示すようなフラット光分布を得るための構造パラメータは、 $A = 1.0$ 、 $l_1 = 250\mu\text{m}$ である。

【0016】このようにして得られたフラットな分布をもつ光は、さらに第1の扇型スラブ導波路15において横方向に広がって進み、チャネル導波路アレイ14の各導波路を励振し、第2の扇型スラブ導波路16において光周波数 $f$ に対応した出力用チャネル導波路13の位置に集光する。

【0017】この時、相反の定理により、第2の扇型スラブ導波路16と出力用チャネル導波路13との境界における光分布も、図9に示すような、前記同様にフラットな光分布となる。

【0018】図10は第2の扇型スラブ導波路16近傍の拡大図であり、第2の扇型スラブ導波路16との境界近傍における出力用チャネル導波路13及びチャネル導波路アレイ14の各導波路のコアは、直線状に広がるテーパ形状をなしている。

【0019】図10において、Rは第2の扇型スラブ導波路16の曲率半径、Uは出力用チャネル導波路13のテーパ形状の導波路のコア開口幅、 $S_1$ は出力用チャネ

ル導波路13の間隔、 $d_1$ は出力用チャネル導波路13のテーパ形状の導波路の長さ、Dはチャネル導波路アレイ14のテーパ形状の導波路のコア開口幅、 $2a$ はチャネル導波路部分のコア幅、 $S_2$ はチャネル導波路アレイ14の間隔、 $d_2$ はチャネル導波路アレイ14のテーパ形状の導波路の長さである。

【0020】前記出力用チャネル導波路13のコア開口幅Uは、図9に示したフラットな光分布の幅に比べて数分の1になるように設計されているので、光源の光周波数 $f$ が多少変化しても出力用チャネル導波路13へ結合する光の量はほぼ一定となる。つまり、光源の光周波数 $f$ が多少変化しても分波出力がほぼ一定となるようなフラットな光周波数特性が実現される。

【0021】前述したアレイ導波路格子に関し、以下のようなパラメータを用いてマスクを作製した。即ち、 $R = 11.3\text{mm}$ 、 $W = 35\mu\text{m}$ 、 $S_1 = 25\mu\text{m}$ 、 $l_1 = 250\mu\text{m}$ 、 $D = 20\mu\text{m}$ 、 $2a = 7\mu\text{m}$ 、 $S_2 = 25\mu\text{m}$ 、 $d_2 = 2\text{mm}$ 、 $A = 1.0$ 、 $U = 10\mu\text{m}$ 、 $\Delta L = 63\mu\text{m}$ である。

【0022】このようにして作製したマスクにより石英系光導波路を用いて本実施の形態のアレイ導波路格子を作製した。

【0023】まず、Si基板上に火炎堆積法によって $\text{SiO}_2$ 下部クラッド層を堆積し、次に $\text{GeO}_2$ をドーパントとして添加した $\text{SiO}_2$ ガラスのコア層を堆積した後、電気炉で透明ガラス化した。次に、前記設計に基づく図5、図6及び図10に示すようなパターンを用いてコア層をエッチングして光導波路部分を作製した。最後に、再び $\text{SiO}_2$ 上部クラッド層を堆積した。

【0024】このようにして作製したアレイ導波路格子の光周波数特性の測定結果を図11に示す。図11より、光周波数特性がフラット化されていることが分かる。

【0025】これによって、従来のアレイ導波路格子では35GHzであった1dB帯域幅( $B_{1,0\text{dB}}$ )が、隣接する信号チャネルへのクロストークを劣化させることなく120GHzにまで拡大された。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、第1の扇型スラブ導波路との境界近傍における入力用チャネル導波路の各導波路のコアがパラボラ形状をなしているため、隣接する信号チャネルへのクロストークを劣化させることなく、1dB帯域幅、3dB帯域幅を大幅に増大でき、フラットな光周波数特性を実現し得る。従って、光源の波長が温度変化等により各信号チャネルの中心波長から変動した場合でも通過損失が増加せず、波長分割ルーティングシステム等の設計の許容度が増すという利点を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のアレイ導波路格子の一例を示す構成図

【図2】図1における第1の扇型スラブ導波路近傍の拡大図

【図3】図1における第2の扇型スラブ導波路近傍の拡大図

【図4】従来のアレイ導波路格子の光周波数特性の測定結果を示す図

【図5】本発明のアレイ導波路格子の実施の形態の一例を示す構成図

【図6】図5における第1の扇型スラブ導波路近傍の拡大図

【図7】第1の扇型スラブ導波路との境界近傍における入力用チャネル導波路のコアの拡大図

【図8】第1の扇型スラブ導波路と入力用チャネル導波

路との境界における電界分布を示す図

【図9】第2の扇型スラブ導波路と出力用チャネル導波路との境界における電界分布を示す図

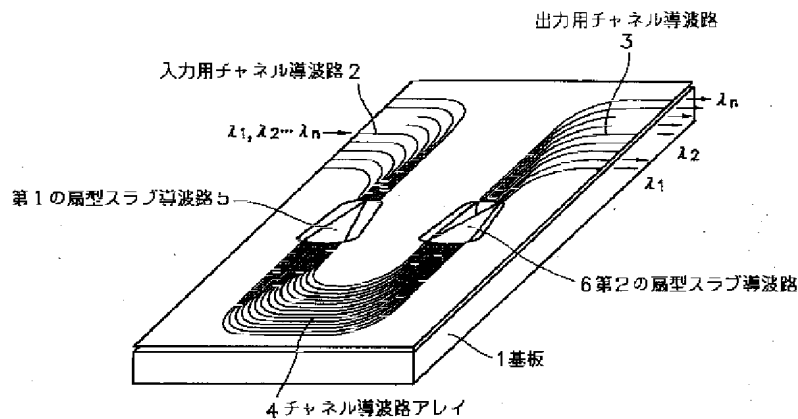
【図10】図5における第2の扇型スラブ導波路近傍の拡大図

【図11】本発明のアレイ導波路格子の光周波数特性の測定結果を示す図

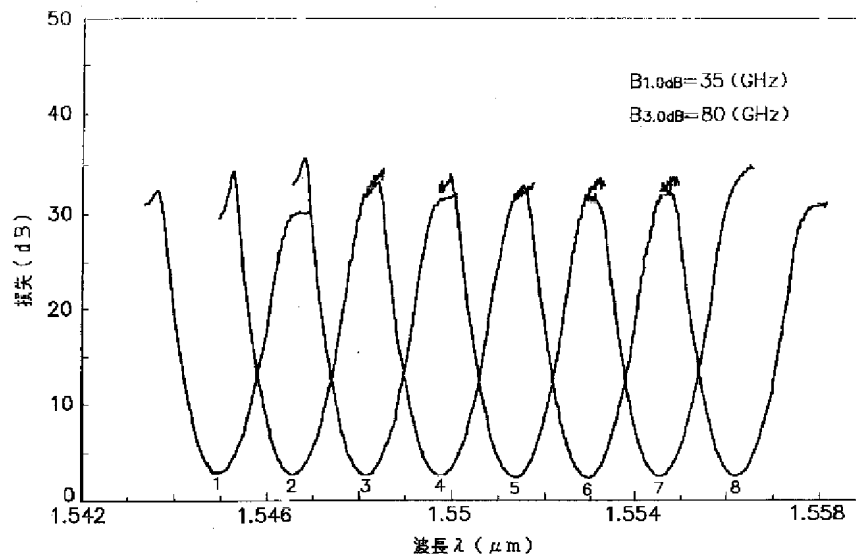
【符号の説明】

11…基板、12…入力用チャネル導波路、13…出力用チャネル導波路、14…チャネル導波路アレイ、15…第1の扇型スラブ導波路、16…第2の扇型スラブ導波路。

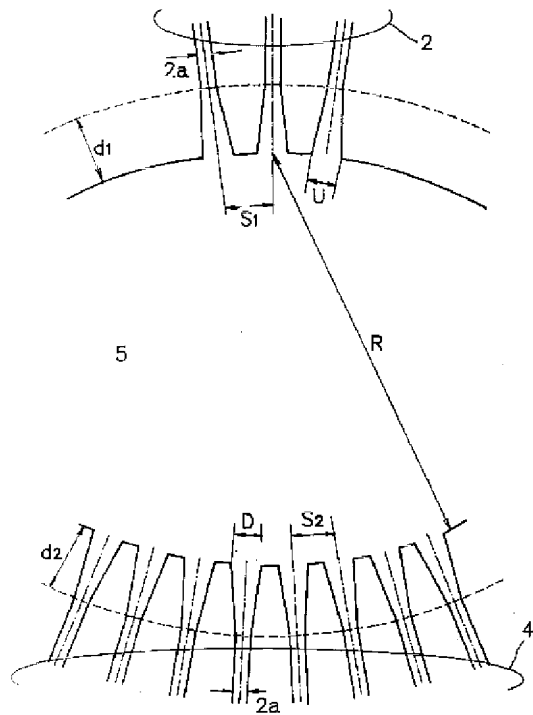
【図1】



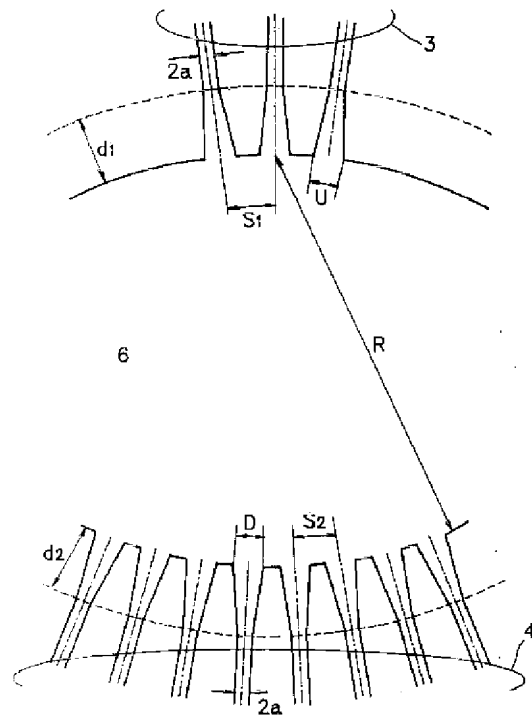
【図4】



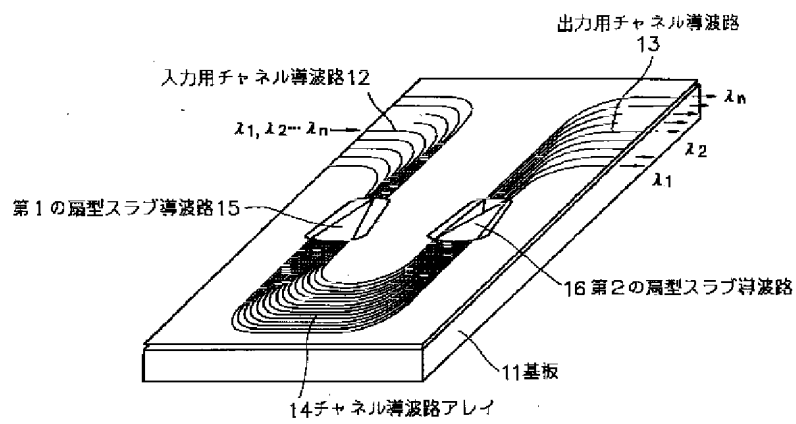
【図2】



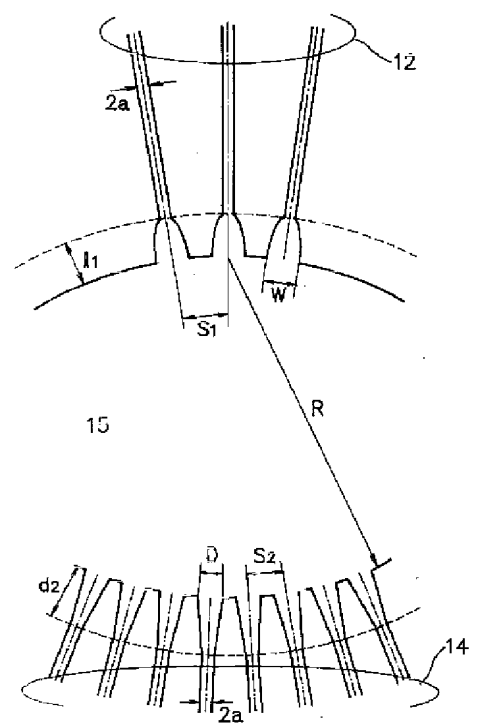
【図3】



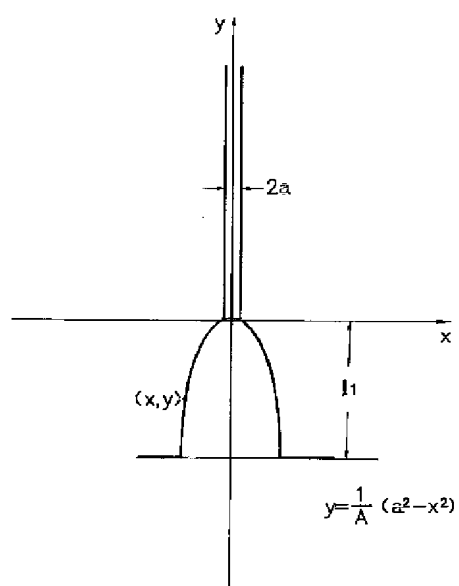
【図5】



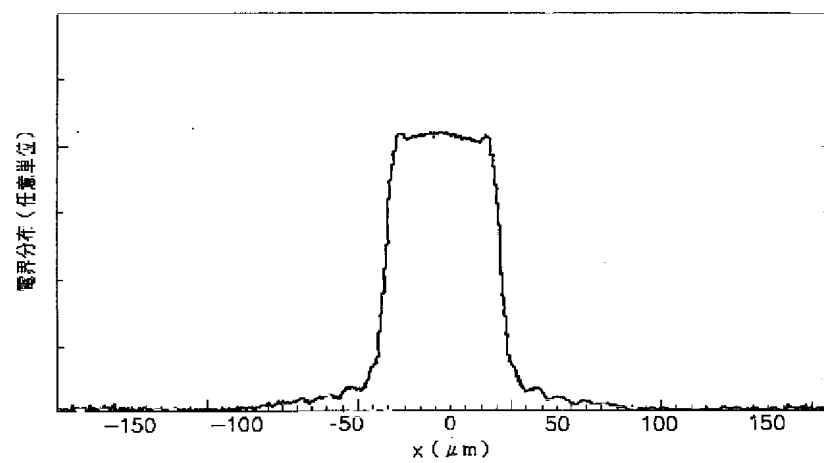
【図6】



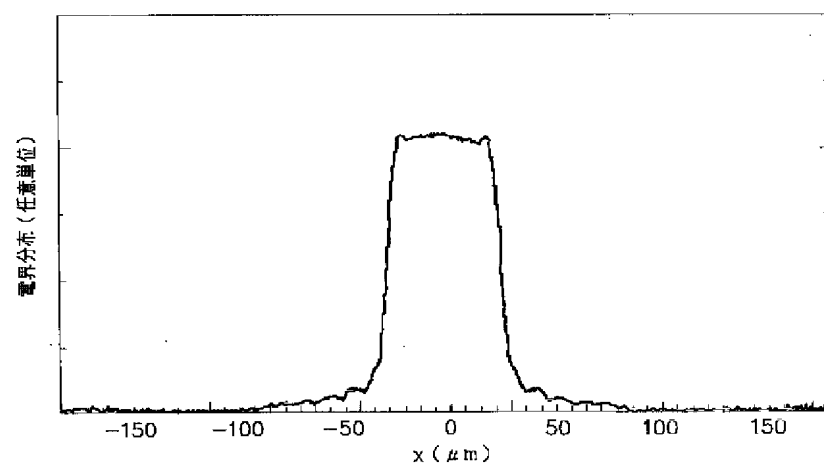
【図7】



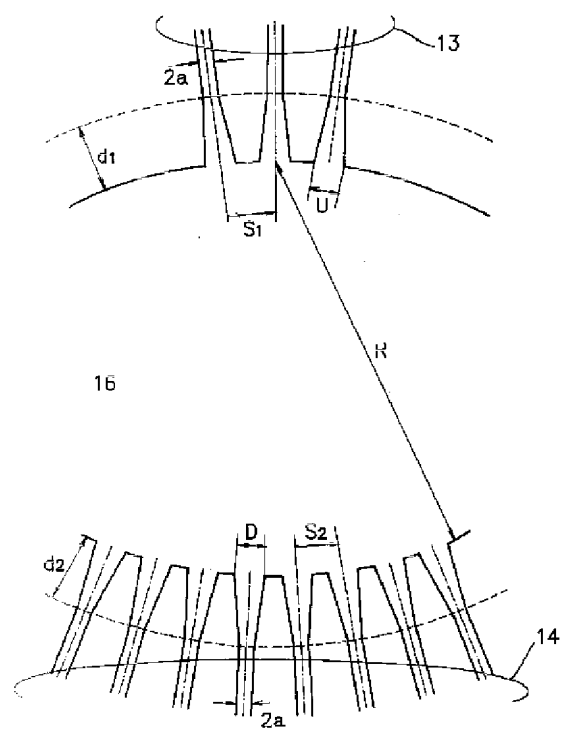
【図8】



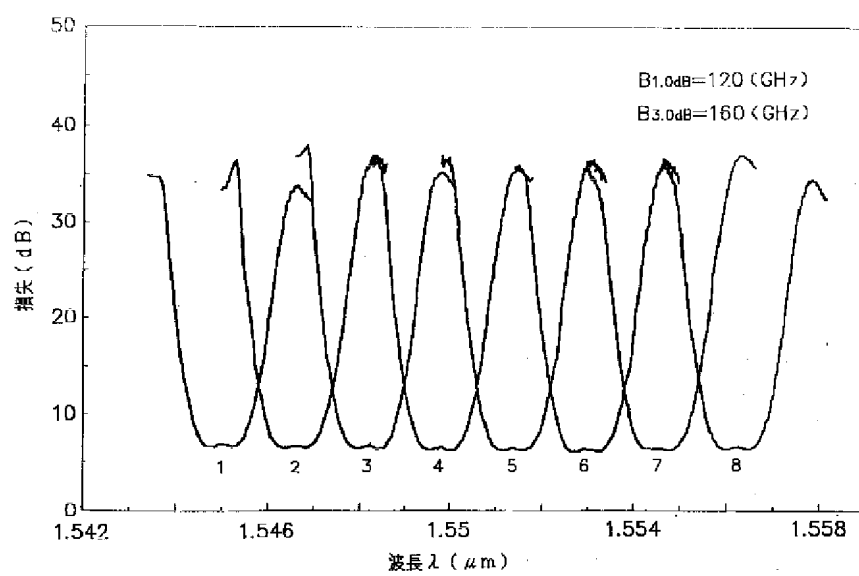
【図9】



【図10】



【図11】







## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09297228 A**

(43) Date of publication of application: **18.11.1997**

(51) Int. Cl. G02B 6/12

(21) Application number: **08110950**

(22) Date of filing: 01.05.1996

(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>**

(72) Inventor: OKAMOTO KATSUNARI  
OMORI YASUJI

(54) **ARRAY WAVEGUIDE GRATING**

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an array waveguide grating having a flat light frequency characteristic.

**SOLUTION:** In the array waveguide grating provided with a channel waveguide 12 for an input arranged on a substrate 11, the channel waveguide 13 for an output, a channel waveguide array 14, a first sector slab waveguide 15 and a second sector slab waveguide 16, cores of respective waveguides of the channel waveguide 12 for the input in the vicinity of the boundary with the first sector slab waveguide 15 are made a parabolic shape. Thus, a light distribution having a flat electric field distribution in the boundary between the second sector slab waveguide 16 and the channel waveguide 13 for the output is formed, and the flat light frequency characteristic nearly fixing a dividing output characteristic even when a wavelength (light frequency) of a light source is changed is realized.

